

## Efectos de diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza sobre la fuerza máxima, la velocidad, la saltabilidad y el equilibrio en estudiantes universitarios.

Dr. D. Fernando Nacleiro

D. Pedro J. Marin

D. David Viejo

Dr. D. Daniel Forte.

Universidad Europea de Madrid.

DIRECCIÓN DE CONTACTO.
   
[fernando.nacleiro@uem.es](mailto:fernando.nacleiro@uem.es)



«Fecha de recepción: 15 de julio de 2007. Fecha de aceptación: 12 de noviembre de 2007»

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es comparar los efectos de tres medios de entrenamiento sobre la fuerza máxima, la saltabilidad, la velocidad y el equilibrio en 24 varones estudiantes universitarios ( $21.5 \pm 1.7$  años,  $1.72 \pm 0.06$  m y  $75.5 \pm 8.7$  kg) que entrenaron durante 6 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana, realizando 3 ejercicios: sentadilla paralela (SP), split frontal (SF) y extensiones de cadera (EC), siguiendo una periodización creciente-decreciente. Los sujetos fueron divididos en 3 grupos de 6 cada uno, que realizaron los mismos ejercicios, pero utilizando diferentes medios de entrenamiento: pesos libres (PL), pesos libres sobre una plataforma de vibración (PLV), máquina de acción inercial enfatizando la acción excéntrica (I), y un 4º grupo control (C) que no realizó entrenamiento. Antes y después del periodo de intervención se realizaron los siguientes tests: 1MR en sentadilla paralela (1MR), salto sin contramovimiento (SJ), salto con contramovimiento (CMJ), velocidad en 30 metros lanzados (30L) y una prueba de equilibrio monopodal (E). Los resultados indicaron que el grupo PL e I incrementaron significativamente la 1MR ( $p < 0.05$ ) mientras que sólo el grupo I mejoró significativamente el SJ y los 30L, siendo el único grupo que mostró incrementos significativamente más elevados respecto del grupo C en la 1MR y los 30L y respecto del PLV en el SJ. Por otro lado, el grupo PL es el único que disminuyó el tiempo en la prueba E. Se concluye que el entrenamiento inercial parece ser el medio más efectivo para mejorar la fuerza máxima, la velocidad y saltabilidad.

Palabras clave: Entrenamiento, fuerza, máquinas inerciales, plataformas vibratorias.

## ABSTRACT

Our purpose is to compare the effect of three different protocols training to improve maximum strength, jump, speed and stability in 24 male university students ( $21.5 \pm 1.7$  age,  $1.72 \pm 0.06$  m y  $75.5 \pm 8.7$  kg) that carried out three times a week during 6 weeks training, using three different exercises: parallel squat (PS) lunges (SF) and hip extensor (EC). This training was developed using an undulated planning, and subjects were divided into three groups of 6 each and performed the same exercise, but using different training means: free weight (PL), free weight plus a vibration platform (PLV) a fly-wheel specific device (I) and a 4th control group (C) that did not undergo any type of training. Before and after training all subjects were assessed in the 1 RM parallel squat (1RM), squat jump (SJ), opposite movement jump (CMJ), 30 m running speed (30L) and in a monopod stability test (E). Results show that PL and I group improved significantly the level of 1 RM ( $p < 0.05$ ), while I was the only group improving SJ and 30L significantly and showed significant improvements in relation to group C in 1 RM and 30L and in relation to PLV in SJ. On the other hand, PL group was the only one reducing their time at E test. Our conclusions are that inertial training with a fly-wheel device seems to be more effective to improve the maximum strength, speed and jumping capacity.

**Key words:** Training, strength, fly-wheel devices, vibration platform.

## INTRODUCCIÓN.

El entrenamiento de fuerza, es considerado actualmente como una de las metodologías más eficaces para mejorar el rendimiento deportivo, la salud y la prevención de la incidencia de lesiones fortuitas en deportistas de diferentes niveles y especialidades (Alkner y col., 2003, Arnason y col., 2007, Fleck y Kraemer, 1997, Fry y col., 2002). En los últimos años, además de introducirse el control de la velocidad y potencia de movimiento como una herramienta fundamental para orientar adecuadamente los entrenamientos, también se han desarrollado nuevos medios, como las plataformas de vibración total y los dispositivos que actúan por el momento inercial y la energía cinética acumulada (máquinas yo-yo) (Luo y col., 2005, Berg y Tesch, 1994). Estos medios, cuando son aplicados con una metodología adecuada desarrollan adaptaciones superiores respecto a otros más tradicionales, como los pesos libres o las máquinas de musculación (Askling y col.; 2003, Tous, 1999). De hecho, diversos trabajos han demostrado que la aplicación de entrenamientos sistemáticos utilizando plataformas de vibración conduce a incrementos de fuerza máxima o incluso de rendimiento en acciones como los saltos mayores, y con más velocidad que cuando se utilizan sólo ejercicios tradi-

ciones con pesas o el propio peso corporal (Jordan y col., 2005, Luo y col., 2005, Mester y col., 2002). Además, en otros estudios, se ha observado que el entrenamiento como medio de acción inercial, como las máquinas yo-yo, conduce a adaptaciones morfológicas fundamentales para prevenir la incidencia de lesiones en deportistas de velocidad y mejora el rendimiento en acciones explosivas (Askling y col., 2003, Brockett y col., 2001, Mjøltnes y col., 2004, Proske and Morgan, 2001).

De todas maneras, a pesar de los efectos positivos otorgados, todavía no existe un acuerdo acerca de cuál deben ser la dosificación de los estímulos más adecuada para aplicar cada uno de estos medios de entrenamiento, así como respecto al grado de beneficios que se pueden alcanzar aplicando cada uno de estos tipos de trabajo sólo y/o en combinación con otros. De acuerdo con esto, el objetivo de este estudio fue comparar los efectos de tres metodologías diferentes de entrenamiento de fuerza (pesos libres, pesos libres más estimulación vibratoria y medios inerciales) sobre el rendimiento de fuerza explosiva, velocidad, fuerza máxima y equilibrio en un grupo de estudiantes de educación física que entrenaban de forma recreativa.

## MATERIAL Y MÉTODO.

**Sujetos:** La muestra estaba integrada por 22 varones estudiantes universitarios de  $21.5 \pm 1.7$  años,  $1.72 \pm 0.06$  m y  $75.5 \pm 8.7$  kg, que realizaban actividad física de forma recreativa, pero no hacían entrenamiento de fuerza de forma sistemática desde al menos 6 meses antes del inicio del estudio. Todos los sujetos fueron informados de la naturaleza del estudio y firmaron un consentimiento por escrito.

### VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS:

Se determinó el peso corporal (PC) y la estatura (E) según la metodología descrita por Ross y Marfle-Jones (1991).

### Test de rendimiento:

Con el objetivo de establecer el perfil de rendimiento de los sujetos se realizaron las siguientes pruebas:

1. Test de fuerza máxima (IMR), aplicado según la metodología descrita por Casas (2005) para determinar el peso máximo posible de movilizar en una repetición máxima en el ejercicio de sentadilla paralela con barra, el cual se ejecutó según las indicaciones descritas por Baechle y col. (2000).
2. Test de salto sin contra-movimiento (SJ) y con contramovimiento (CMJ), ejecutados según la metodología descrita por Bosco (1983, 1992) utilizando una plataforma de contacto y un microprocesador (ERGOTESTER-Globus Italia) que permite medir el tiempo de vuelo de cada salto y estimar la altura alcanzada Bosco (1983, 1992).
3. Test de equilibrio en apoyo monopodal, según la propuesta Trojjan y McKeag (2006). Ejecutado con una pierna flexionada a  $90^\circ$ , los brazos en flexión y abducción también de  $90^\circ$ . El sujeto cierra los ojos y es cuantificado el tiempo que puede permanecer en esa posición. Con el fin de aumentar la precisión de registro, se utilizó una plataforma de contacto y un microprocesador (ERGOTESTER-Globus Italia).



Figura 1. Test en apoyo monopodal.

4. Test de 30 metros lanzados con salida de pie, el cual se aplicó utilizando un juego de fotocélulas conectadas con un microprocesador (ERGO-TESTER-Globus Italia) que permitió determinar el tiempo del desplazamiento en la prueba que fue realizada según la metodología descrita por Martin y col. (2001).

Todos los test fueron realizados al final del periodo de adaptación ( $t_1$ ) y al final del periodo de entrenamiento ( $t_2$ ).

### PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN:

**Periodo de Adaptación:** Se realizó un periodo de familiarización de 2 semanas en donde los sujetos entrenaron 3 veces por semana (6 entrenamientos totales) realizando en cada uno de éstos entre 2 y 3 series de 8 a 10 repeticiones, en tres ejercicios: sentadilla paralela con barra libre, split frontal con barra libre y extensiones de cadera hacia atrás utilizando el equipamiento inercial. Durante este periodo se utilizó la escala de percepción del esfuerzos propuesta por Robertson y col. (2003) (OMNI-RES) para graduar el nivel de la sobrecarga aplicada en cada serie, pidiendo a los sujetos que, al finalizar cada serie de ejercicios, tuvieran una percepción del esfuerzo de 6 a 7, de modo que estos podían acomodar libremente el nivel de la sobrecarga aplicada según su percepción individual.

**Periodo de Entrenamiento:** Se realizó un periodo de entrenamiento de 6 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana en días alternos, aplicando un modelo de periodización creciente-decreciente: 1ª semana 3 series de 12 MR, 2ª semana 3 series de 10 MR, 3ª semana 3 series de 8 MR, 4ª semana 3 series de 6 MR, 5ª semana 3 series de 12 MR y la 6ª semana 3 series de 8 repeticiones con el mismo peso utilizado en la 1ª (Hasegawa y col., 2002). De esta manera, la magnitud de la carga de entrenamiento se reducía en la última semana, justo antes de la segunda evaluación, con el objetivo de reducir la influencia de la fatiga y obtener el mejor rendimiento posible durante las evaluaciones (Bosquet y col., 2007).

Los sujetos fueron distribuidos en los siguientes grupos:

PL, n= 6 Realizó un entrenamiento de fuerza convencional utilizando pesos libres o máquinas de poleas tradicionales. En este caso los sujetos realizaron los siguientes ejercicios:

- Sentadilla paralela con barra libre (figura 2). Los sujetos partían desde una posición inicial con

piernas extendidas, tronco recto y la barra apoyada sobre la espalda a la altura de la 7ª vértebra cervical, comenzando un movimiento de descenso controlado, flexionando las rodillas hasta llegar a colocar la parte inferior de los muslos paralelos al suelo. En este momento se invertía la dirección del movimiento y se retornaba a la posición inicial con la mayor velocidad posible (Forte, 2005, Escamilla y col., 2001).



**Figura 2.** Ejercicio de sentadilla paralela con barra libre.

Split frontal con barra libre (figura 3) Los sujetos partían de la misma posición descrita para el ejercicio anterior. Comenzaban el movimiento con un paso al frente apoyando el pie, aproximadamente, a 1 metro de la posición inicial, al mismo tiempo que flexionaban las rodillas para bajar progresivamente el centro de gravedad, hasta alcanzar un ángulo de 90° con la pierna anterior y posterior. En este punto se invertía la dirección del movimiento y se retornaba a la posición inicial con la mayor velocidad posible (Forte, 2005).



**Figura 3.** Ejercicio de split con barra libre.

Extensiones de cadera en polea, de pie, de frente, con una máquina de poleas y el cable amarrado al tobillo por medio de una tobillera. El sujeto inicia el ejercicio con la rodilla y la cadera ligeramente flexionada, para luego extender completamente la pierna hacia atrás y volver lentamente a la posición inicial, (ver figura 4) (Baechle y col., 2000).



**Figura 4.** Ejercicio de extensiones de cadera en polea.

PLV, n = 6: Realizó un entrenamiento de fuerza ejecutando los mismos ejercicios que el grupo anterior, utilizando pesos libres y máquinas con poleas, pero ejecutando los ejercicios sobre una plataforma de vibraciones (Power Plate®) a una frecuencia 30 Hz y una amplitud pico a pico de 4mm, (ver figuras 5, 6, y 7).





**Figura 5.** Sentadilla más vibración.



**Figura 6.** Split más vibración.



**Figura 7.** Extensiones de cadera más vibración.

I, n= 6: Utilizó una maquina inercial para ejecutar ejercicios similares a los realizados por los dos grupos anteriores (ver figuras 8, 9 y 10).

C, n= 5 grupo control, que no realizaba ningún entrenamiento de fuerza y que sólo fue evaluado en t1 y t2.



**Figura 8.** Sentadilla en máquina inercial



**Figura 9.** Split en máquina inercial



**Figura 10.** Extensiones de cadera en máquina inercial

**Modo de realización de los ejercicios:** en los tres protocolos se indicaba a los sujetos ejecutar la fase concéntrica de cada ejercicio con la mayor velocidad posible y controlar el movimiento hasta retornar a la posición inicial durante la fase excéntrica.

**Análisis estadístico:** Se calcularon los valores medios (M) y de desviación típica (DT) en todas las variables analizadas. La normalidad de la muestra fue comprobada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Debido al escaso tamaño de la muestra se aplicó la prueba de Friedman para muestras relacionadas no paramétricas y, si se observaban diferencias, éstas eran identificadas por medio de la prueba de Wilcoxon para muestras no paramétricas (Martínez-González y col., 2001).

El nivel de significación estadística determinado fue de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se muestra la comparación entre valores medios (M) y la desviación típica (DT) de los resultados obtenidos por cada uno de los grupos en el t1 y el t2.

Momento	t1		t2	
Variable	M	DT	M	DT
PC (kg)	73.0	9.6	72.3	9.2
IMR (kg)	191.8	31.7	229.7*	36.7
EQUILIBRIO (s)	26.0	11.5	19.8	11.0
SJ (m)	35.1	8.9	35.5	5.6
CMJ (m)	39.8	8.1	41.8	7.1
30m LANZADOS (s)	4.1	0.2	4.0 <sup>a</sup>	0.2

P < 0.05 respecto al t1, a: p = 0.063

**Tabla 1.** M y DT obtenidos por el grupo PL en el t1 y t2

Momento	t1		t2	
Variable	M	DT	M	DT
PC (kg)	75.7	6.2	75.8	6.6
IMR (kg)	225.3	42.7	236.5	36.1
EQUILIBRIO (s)	25.3	7.1	28.0	4.9
SJ (m)	39.3	4.3	39.4	4.6
CMJ (m)	41.6	3.6	42.3	4.8
30m LANZADOS (s)	4.1	0.1	3.9*	0.1

P < 0.05 respecto al t1.

**Tabla 2.** M y DT obtenidos por el grupo PLV en el t1 y t2

Momento	t1		t2	
Variable	M	DT	M	DT
PC (kg)	76.8	12.2	73.5*	10.5
IMR (kg)	165.0	43.7	192.2	35.5
EQUILIBRIO (s)	17.9	10.0	26.2	8.6
SJ (m)	30.3	7.1	35.1*	6.9
CMJ (m)	36.3	7.2	38.1	9.5
30m LANZADOS (s)	4.6	0.6	4.4*	0.6

P < 0.05 respecto al t1

**Tabla 3.** M y DT obtenidos por el grupo I en el t1 y t2

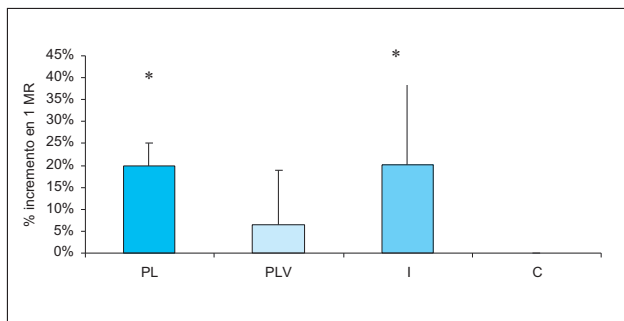
Momento	t1		t2	
Variable	M	DT	M	DT
PC (kg)	76.8	6.3	76.8	6.1
IMR (kg)	207.9	15.1	201.7	23.5
EQUILIBRIO (s)	24.7	9.0	24.7	9.3
SJ (m)	38.2	9.0	38.2	9.0
CMJ (m)	45.1	5.9	45.0	5.0
30m LANZADOS (s)	4.3	0.4	4.1	0.3

P < 0.05 respecto al t1

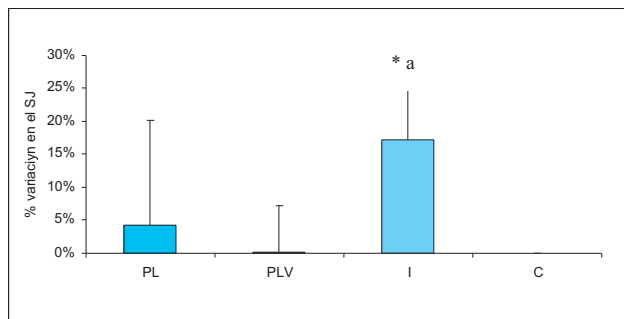
**Tabla 4.** M y DT obtenidos por el grupo C en el t1 y t2

Los resultados anteriores indican que el grupo PL sólo mejora significativamente la fuerza máxima en sentadilla (IMR) ( $p < 0.05$ ) y muestra una tendencia no significativa ( $p = 0.063$ ) a incrementar la velocidad máxima en 30 metros lanzados. El grupo PLV, sólo mejora significativamente la velocidad en los 30 metros lanzados ( $p < 0.05$ ), mientras que el grupo I mejora significativamente la fuerza máxima en sentadilla (1 MR), la altura del SJ y la velocidad en 30 metros lanzados ( $p < 0.05$ ). El grupo control no muestra modificaciones significativas en ninguna de las pruebas evaluadas.

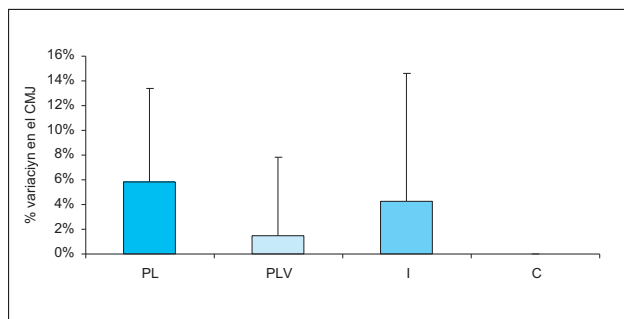
En las figuras 11 a 15, se comparan los valores medios (M) y de desviación típica (DT) de las mejoras expresadas en porcentajes respecto al valor inicial ( $t_1$ ) obtenido en las diferentes pruebas, por cada uno de los grupos estudiados.



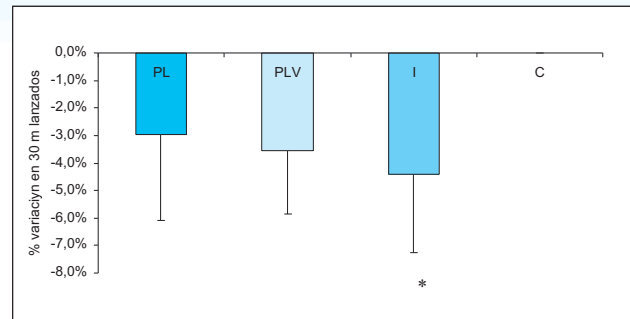
**Figura 11.** Porcentajes de mejora en sentadilla paralela (IMR) en los 4 grupos evaluados.  
\*  $p < 0.05$  respecto al grupo C



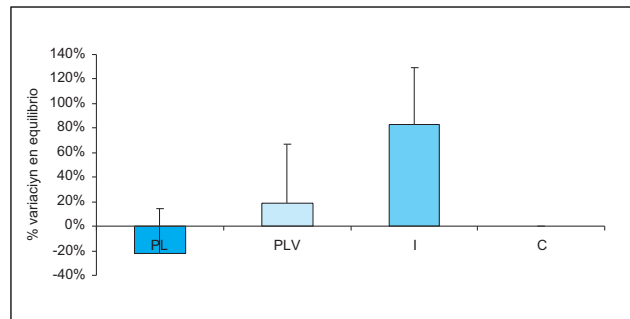
**Figura 12.** Porcentajes de mejora en la altura del SJ en los 4 grupos evaluados.  
\*  $p < 0.05$  respecto al grupo C a  $p < 0.05$  respecto al grupo PL



**Figura 13.** Porcentajes de mejora en la altura del CMJ en los 4 grupos evaluados.



**Figura 14.** Porcentajes de mejora en la prueba de velocidad en 30 m lanzados en los 4 grupos evaluados.  
\*  $p < 0.05$  respecto al grupo C a  $p < 0.05$  respecto al grupo PL



**Figura 14.** Porcentajes de modificación del tiempo de equilibrio en la prueba de apoyo monopodal en los 4 grupos evaluados.

La prueba de Wilcoxon mostró que los grupos PL e I incrementan significativamente más el nivel de la IMR en sentadilla respecto del grupo C ( $p < 0.05$ ). El grupo I mejora significativamente más la altura en el SJ, respecto del grupo PLV y el C ( $p < 0.05$ ). Además el grupo I, es el único que muestra porcentajes de mejora significativamente más elevados ( $p < 0.05$ ) respecto del grupo C en la prueba de 30 m lanzados. Por otro lado, el grupo PL es el único que disminuye el tiempo de mantenimiento en la prueba de equilibrio (diferencia no significativa  $p > 0.05$ ) mientras que los otros grupos tienden a incrementarlo (ver figura 15).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El hallazgo principal de este estudio indica que en este grupo de estudiantes universitarios activos, pero no entrenados en fuerza, después de 6 semanas de entrenamiento utilizando diferentes medios (gravitatorios, gravitatorios más vibraciones o inerciales), los medios inerciales parecen ser más efectivos para mejorar la fuerza máxima, la saltabilidad y la velocidad máxima en el test de 30 metros lanzados respecto de la utilización sólo de pesos libres o de la combinación de los pesos libres más vibraciones.

Los resultados de este estudio coinciden con los de Askling y col (2003), que estudiaron a 30 jugadores de fútbol de la liga sueca, los cuales fueron divididos en

dos grupos de 15 sujetos que entrenaron durante 10 semanas con protocolos de trabajo similares, siendo la principal diferencia que el grupo experimental agregó un entrenamiento de 3 series de 10 a 12 repeticiones utilizando una máquina inercial (yo- yo), el cual fue ejecutado durante 16 sesiones (1 cada 5 días) en las primeras 4 semanas y 1 cada 4 días en las 6 últimas. Los resultados de este estudio indicaron que el grupo experimental mejoraba significativamente ( $p < 0.05$ ) en la prueba de 30 m lanzados y en los niveles de fuerza máxima medida en un dispositivo isocinético, mientras que el grupo control no mostraba modificaciones significativas en ninguno de estos dos parámetros. Por otro lado, en este estudio se destacó la importancia del entrenamiento con medios inerciales para reducir la incidencia de lesiones musculares en la cara posterior del muslo (Askling y col., 2003).

Los mayores beneficios de los entrenamientos con medios inerciales podrían deberse a que éstos crean un nivel más elevado de impulso y momento de fuerza en los núcleos articulares implicados en los tres ejercicios realizados (especialmente la cadera y la rodilla) que participan activamente durante la carrera y el salto vertical (Lorenz y Salem, 2006). Esta diferencia ha sido demostrada por Lorenz y Salem (2006) en un estudio con 11 sujetos (varones y mujeres) en donde compararon las diferencias mecánicas entre la sentadilla, el split y el ejercicio de press de pie con barra realizados con peso libre o con una máquina de acción inercial (yo- yo squat), observando que los ejercicios realizados con el medio inercial determinaban momentos e impulsos de fuerza significativamente más altos a nivel la cadera, rodilla y tobillo.

Por otro lado, los hallazgos de nuestro estudio no coinciden con otros diversos que han indicado que el entrenamiento con vibraciones conduce a incrementos significativamente más elevados y más rápidos de los niveles de fuerza máxima y saltabilidad en sujetos de diferentes niveles de rendimiento (Luo y col., 2005, Jordan y col., 2005). Posiblemente, las características de los sujetos de nuestro estudio, al no estar habituados al entrenamiento de fuerza, pueda haber influido en estos resultados (Luo y col., 2005).

Es importante considerar que la indicación de ejecutar la fase concéntrica con la mayor velocidad posible y enfatizar el control de la fase excéntrica de cada movimiento pueda haber creado un estímulo superior en el grupo I, que al aplicar una alta velocidad en fase concéntrica generaba un momento de inercia muy alto, que a su vez determinaba una sobrecarga muy elevada que el dispositivo inercial aplicaba en forma de energía cinética sobre la estructura muscular en la fase

excéntrica de cada gesto. (Tous-Fajardo y col., 2006, Lorenz y Salem, 2006). De esta manera, el grupo I era el único que sufría una sobrecarga significativamente superior en la fase excéntrica del ejercicio.

## CONCLUSIONES Y APLICACIÓN PRÁCTICA

De acuerdo con esto se concluye que la aplicación de entrenamientos con sobrecarga... y especialmente cuando éstos se combinan con ejercicios en donde se utilicen medios de acción inercial puede constituir una metodología eficaz para alcanzar mayores ganancias en los niveles de fuerza, explosividad y velocidad máxima en sujetos activos que se inician en el entrenamiento de fuerza. Por otro lado, es posible que el entrenamiento de vibraciones, a pesar de ser un medio que ha mostrado una importante efectividad para incrementar el rendimiento de fuerza y saltabilidad con deportistas, necesite de un periodo de adaptación más prolongado respecto al realizado en este estudio (2 semanas) para producir los beneficios que se le han otorgado en otros trabajos (Luo y col., 2005, Jordan y col., 2005, Mester y col., 2002).

Debido a la facilidad con que los sujetos se adaptan al manejo de los medios inerciales creemos que, para alcanzar mejores resultados y mejorar los efectos de los entrenamientos de fuerza, estos medios puedan ser utilizados desde el inicio de los planes de entrenamiento, incluso dentro de los periodos de adaptación con principiantes.







## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkner, B. A., Berg, H. E., Kozlovskaya, I., Sayenko, D. y Tesch, P. A. (2003). Effects of strength training, using a gravity-independent exercise system, performed during 110 day of simulated space station confinement. *Eur J Appl Physiol*, 90: 44-49.
- Arnason, A., Andersen, T. E., Hølem, I., Engebretsen, L. y Bahr, R. (2007). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, March.
- Askling, C., Karlson, J. y Thortensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer player after preseason strength with eccentric overload, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 13: 244-250.
- Baechle, T. R., Ederle, R. W. y Wathen, D. (2000). In *Essential of Strength Training and Conditioning (NSCA)*, (Eds, Baechle, T. R. and Earle, R. W.) (pp. 395-425). Champaign IL: Human Kinetics.
- Berg, H. E. y Tesch, P. A. (1994). A gravity-independent ergometer to be used for resistance training in space. *Aviat Space Environ. Med*, 65: 752-756.
- Bosco, C. (1983). *Elasticità muscolare e Forza esplosiva nelle attività fisico-sportive*. Roma: Società Stampa Sportiva.
- Bosco, C. (1992). *La valutazione della Forza con il test di Bosco*. Roma: Società Stampa Sportiva.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D. y Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Med and Sci sports and Exc.*, 39 (8): 1358-1365.
- Brockett, C. L., Morgan, D. L. y Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med and Sci. in sport and Exc*, 33(5): 783-790.
- Casas, A. (2005). In *Entrenamiento Personalizado, bases fundamentales y aplicaciones* (Ed, Jiménez, G. A.) (pp. 225-257). Barcelona: Inde.
- Escamilla, R. F., Flesing, G. S., Zhen, N., Lander, J. E., Barrentine, S. W., Andrews, J. R., Bergemann, B. W. y Moorman III, C. T. (2001). Effects of the Techniques variation on knee Biomechanics during the squat and leg press. *Med and Sci. in sport and Exc.*, 33 (9): 1552-1566.
- Fleck, S. J. y Kraemer, W. J. (1997). *Designing Resistance Training Programs*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Forte, D. (2005). In *Entrenamiento personalizado, bases, fundamentos y aplicaciones* (Ed, Jiménez, G. A.) (pp. 135-175). Barcelona: Inde.
- Fry, A. C., Häkkinen, K. and Kraemer, W. J. (2002). In *Strength Training for Sport*: (Eds, Kraemer, W. J. y Häkkinen, K.) (pp. 135-162). Blackwell Science.
- Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R. U., Fry, A. C., Kraemer, W. J. y Häkkinen, K. (2002). In *Strength training for sport* (Eds, Kraemer, W. J. and Häkkinen, K.) (pp. 69-134). Blackwell Sciences.
- Jordan, M. J., Norris, S. R., Smith, D. J. y Herzog, W. (2005). Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *J. Strength and Cond. Res*, 19 (2): 459-466.
- Lorenz, Z. F. and Salem, G. J. (2006). Comparison of joint kinetics during free weight and flywheel resistance exercise. *J. Strength y Cond. Res*, 20 (3): 555-562.
- Luo, J., McNamara, B. y Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sport Med*, 35 (1): 23-41.

- Martin, D., Carl, K. y Lehnertz, K. (2001) *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Martínez-González, M. A., De Irala, J. y Faulin-Fajardo, F. J. (2001). *Bioestadística Amigable*. Madrid: Diaz de Santos. Mester, J., Spitzenfeil, P. y Yue, Z. (2002). In *Srength and Power in Sport*. (Ed, P.V., K.) (pp. 488-501). Blackwell Sciences.
- Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T. y Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J. Med Sci Sports*, 14: 311-317.
- Proske, U. y Morgan, L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J. Physiol.* 537 (2): 333-345.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. y Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale For Resistance Exercise. *Med and Sci. in sport and Exc.*, 35 (2): 333-341.
- Ross, W. D. y Marflet-Jones, M. J. (1991). In *Physiological Testing of high performance athlete* (Eds, MacDougal, J. C., Wenger, H. A. and Green, H. J.) (pp. 223-308). Champaign IL: Human Kinetics.
- Tous, F., J. (1999). *Nuevas tendencias y fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M. y Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: Offering eccentric overload for hamstring development. *Int J. sports physiol. performance*, 1: 293-298.
- Trojian, T. H. y McKeag, D. B. (2006). Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *Br. J. sports med.*, 40 (7): 610-613.

